

ベトナム国

ベトナム国 DX 技術を用いたプラス
チック汚染を含む散乱ごみ調査及び
EPR 対策支援ニーズ確認調査

調査完了報告書

2024 年 2 月

株式会社ピリカ

目次

第 1. 事業計画書	3
1. 自社戦略における本調査の位置づけ	3
2. 市場環境	3
(1) 市場規模・推移	3
(2) 競合動向	6
3. ターゲット顧客・ニーズ	8
(1) ターゲット顧客	8
(2) ターゲット顧客のニーズ（顧客の直面している問題）	8
5. フィージビリティ（技術／運営／規制等の実現可能性）	10
(1) 技術・価格の現地適合性	10
(2) 市場性	16
(3) 法規制・その他障壁	18
6. 将来的なビジネス展開、ロードマップ	20
(1) 事業規模のイメージ	20
(2) 進出形態・実施体制のイメージ	21
(3) 事業化に向けたスケジュール	24
(4) 事業化の条件・課題・リスク	25
第 2. ロジックモデル	26

第 1. 事業計画書

本報告書冒頭に記載の調査を実施した結果として株式会社ピリカが作成した事業計画書を以下に示す。

1. 自社戦略における本調査の位置づけ

株式会社ピリカ（以下、「弊社」という。）は、「科学技術の力であらゆる環境問題を克服する」ことを目指す会社であり、多様な環境問題の中でも、ごみの自然界流出問題に取り組んでいる。

ごみの自然界流出問題解決に向けて、AI を含むデジタル技術を用いて、①計測：流出・回収されるごみの量や種類を定量的に把握する、②対策：ごみの流出量を削減し、回収量を増加させる、という解決に不可欠な 2 領域に貢献する事業やサービスを生み出し世界中に普及させることで、問題の解決を目指している。

一方、本調査の対象となるベトナム国は大量のプラスチックごみが陸域及び水域に流出しており、ごみの自然界流出問題に取り組む必要性の高い国だとされている。また、デジタル技術を先進的に取り入れている国でもあり、ごみの自然界流出問題に対しても AI を含む技術やサービスの導入にも積極的である可能性が高い。そのため、本調査の目的及び弊社の提案する事業やサービスに親和性があるベトナム国を対象国として選定した。

本調査は、上述した戦略（特に①計測）に基づいて開発した陸域のごみ分布調査サービス「タカノメ自動車版」が、ベトナム国におけるごみの自然界流出対策に関するニーズと適合するのかを検証することを目的として実施した。

2. 市場環境

（1）市場規模・推移

① ベトナム国におけるごみの自然界流出問題について

ベトナム国では、ごみの排出量が増加している一方で、最終処分場の逼迫、地方における低調なごみ収集率、分別ルール・関連法の未整備や廃棄物行政に係る組織、人的、財政的な脆弱性等、廃棄物管理に係る課題が多くある¹とされている。

そうした課題の結果として、陸域及び水域にごみが流出している。例えば、2019 年において 1 日あたり 65,000 トンのごみが排出されているものの、都市部では 92%、地方部では 66%のごみしか回収されていない²。このごみの収集率の低さが 1 つの原因となり、回収されなかったごみが陸域に

¹ Scaling-up Integrated and Inclusive Waste Management Models through Empowering the Informal Sector and Fostering the Circular Economy (Phase 2), Project Document, 2022, UNDP. P5
https://info.undp.org/docs/pdc/Documents/VNM/00_Project_Document_revised_after_LPAC.docx.pdf

² National State of Environment Report 2019 on Solid Waste released, 2020, Project office for Sustainability research in Vietnam.
<https://www.vd-office.org/en/national-state-of-environment-report-2019-on-solid-waste-released/#:~:text=The%20Ministry%20of%20Natural%20Resources,by%2046%25%20compared%20to%202010.>

流出し、そのうちの一部が水域に流出していると推測される。

別の調査結果においては、ベトナム全土では毎年約 280 万から 310 万トンものプラスチックごみが陸域に流出され、そのうち約 10%が水域に流出する³とされており、世界でトップ5の海洋汚染国に入ることが示唆されている。特にプラスチックごみは、ベトナムで発生する全体のごみのうち、個数比で約 94%、重量比で約 71%と大部分を占める。

つまり、陸域において自然界に流出しているごみを減らすことで、水域における流出ごみも減らすことができると考えられ、またごみの大部分を占めるプラスチックごみへの対策も必要不可欠である。

② ごみの流出に関する対策/モニタリング等

ごみの自然界流出問題に対処すべく、ベトナム国でも国、自治体、企業、研究機関等が様々な対策やモニタリングを実施している。特に、世界トップ5の海洋汚染国とされたベトナム国において、ごみの流出対策は喫緊な課題の1つとなっている。

ア) 政府の動向

2019 年、国は海洋プラスチックごみの管理に関する国家行動計画を策定した。2025 年までに海洋プラスチックごみ 50%削減、2030 年までに 75%削減、全ての沿岸の観光・宿泊施設で使い捨てプラスチック製品等の使用禁止、主要河川流域における海洋プラスチックごみに関する年次調査・評価の実施、意識向上、啓発の充実や海洋プラスチックごみを効率的に管理する仕組みの構築に向けた調査・研究の実施を明記した。2023 年 8 月には、ベトナム国と日本とで、海洋ごみの管理等に関する協力に係る基本合意書を締結⁴したことを受け、ベトナム国での海洋ごみ共同パイロットモニタリング調査・研究の実施、人材育成研修の実施、知見共有、マニュアルの策定等に対して二国間で協力を更に進展させる動きが見られる。

ベトナムの天然資源環境省 (MONRE) は、MONRE 傘下であるベトナム海洋島嶼局 (VISI) に国の海洋プラスチックごみの研究やモニタリング、調査・分析等を委託しており、海洋プラスチックに関する各種調査・ガイドライン等の策定は VISI が担っている。

また、水域に限らず、廃棄物全般についての対策もなされている。2019 年、国はアクションプランを取りまとめ、2050 年までに発生するすべての固形廃棄物を収集、再利用、リサイクルすることを目標として掲げている。また、2020 年に制定された改正環境保護法において、分別収集、家庭ごみ

³ Vietnam: Plastic Pollution Diagnostics., 2022, The World Bank. P26
<http://documents.worldbank.org/curated/en/099731406282241639/P1673070d02f2c0be080740356b6b0e3deb>

⁴ ベトナムとの海洋ごみの管理等に関する協力について, 2023, 環境省
https://www.env.go.jp/press/press_02071.html

の従量課金制度、プラスチックごみの削減、再利用やリサイクル等が規定されるとともに、サーキュラーエコノミーの実現に向けた制度基盤が制定された。拡大生産者責任も導入され、生産者に一定のリサイクル率等の達成または基金への出資を義務付けることが予定されている。家庭ごみの従量課金制度については、2025 年よりキッチンごみなどリサイクルできないごみを対象に住民が重量に応じた袋を購入して排出するような制度を開始すると MONRE 担当者へのヒアリングより聞いているが、こうした制度は、日本の経験からも一時的に不法投棄が増える可能性があることが示唆されており、不法投棄対策が政府の強い関心事となる可能性がある。

イ) 自治体の動向

2022 年時点でベトナム国 28 の沿岸省と島嶼地区のうち 19 の地域で、海洋プラスチックごみ対策プロジェクトが 70 以上稼働⁵しており、地方自治体レベルでも対策の取り組みが活発である。特に観光および環境推進都市であるダナン市では、環境問題に関する配慮が他市と比べて高く、海洋プラスチック問題については、プラスチック汚染のホットスポット、固形廃棄物管理システムのキャパシティ、流出源から海へのプラスチック漏出のリスクを評価することが不可欠である⁶と考え、市の廃棄物管理局や大学等が様々なプラスチック汚染に関するプロジェクトや研究を実施している。上述したように、家庭ごみの重量課金制度に関しては国が 2025 年より施行開始すると各自治体へ周知していることから、家庭ごみの処理責任のある自治体が今後増加する街中の散乱ごみ及び不法投棄の実態把握やモニタリングのニーズが高まる可能性がある。

ウ) 企業の動向

ベトナム国の企業についても、プラスチックごみの削減を目指して行動を起こしており、2019 年 6 月、9 つの大手消費財および包装会社がベトナム包装リサイクル組織（PRO Vietnam）を設立し、容器包装の収集とリサイクルを促進している。

③ 市場予測

ベトナム国においては、ごみの自然界流出問題への対策のニーズが強いと推測される。ニーズがある分野としては、流出ごみ対策の基礎となる流出実態の把握、モニタリングや、ごみ収集率改善やごみの適切な処理のための技術等であると考えられる。

⁵ Vietnam strengthens efforts to mitigate ocean plastic waste , 2022, VOV WORLD.
<https://vovworld.vn/en-US/current-affairs/vietnam-strengthens-efforts-to-mitigate-ocean-plastic-waste-1129466.vov>

⁶ Plastic Waste Management in Da Nang City, Viet Nam, Closing the Loop City Baseline Assessment, 2021, UNESCAP. P1
<https://www.unescap.org/sites/default/d8files/event-documents/Da%20Nang%20Baseline%20Summary.pdf>

また、企業においても、自社のプラスチックごみの削減の一環として、自社製品が自然界に流出していないことの調査、ごみ拾い活動を通じた社会貢献活動の活発化や EPR 対策への取り組みが活発化すると推測される。

(2) 競合動向

ベトナム国を中心に、海洋プラスチックごみに関する計測や対策においてデジタル技術（AI、ドローン、スマホアプリ等）を用いて実施している競合の情報を以下にまとめた。

表 1 海洋プラスチックごみに関する計測や対策の競合事例

No.	実施主体	事業概要	製品・サービス内容
1	ダナン工科大学学生グループ	スマート海洋ごみピッカー	カメラシステムを通じて水面上の廃棄物を自動的に検出して位置を特定し、機械がごみを拾い上げ、リサイクル可能なごみとリサイクル不可能なごみに分別する。
2	自然科学大学、ベトナム国立大学ハノイ校、国立リモートセンシング局、ベトナム測地地図科学研究所	ドローン写真を使用して海岸のプラスチック廃棄物を検出する	ドローン画像とディープニューラルネットワークを活用したプラスチック廃棄物の検出。沿岸海域に浮遊するプラスチック廃棄物の小さな塊でも正確に検出できる。研究者らは、近い将来、この方法がプラスチック汚染を監視し、大規模な海洋プラスチック浄化活動を支援するために使用されることを期待している。
3	mGreen	廃棄物の分別、リサイクル活動への参加に対してインセンティブを与え、住民と回収業者や店舗の販売業者を結び付けるモバイルアプリ	ステージ 1: ユーザーは自分の廃棄物を分別し、分別された廃棄物の重量を mGreen アプリに入力し、mGreen コレクター アプリを通じて自分の提出物がコレクターによって検証され、コレクターのスコアに基づいてポイントを獲得する。 ステージ 2: 収集者は収集した廃棄物をリサイクル工場に販売します。mGreen はその工場から仲介手数料を受け取る。 ステージ 3: ユーザーは、自分のポイントを mGreen 加盟店ユーザーからのクーポンやギフトコードに切り替えて、加盟店の店舗で購入するときにインセンティブを受け取ることができるようにします。これらのストアは、増加した売上から手数料を mGreen に還元する。さらに、mGreen は環境活動に関する企業や法人向けの CSR プログラムの実施に対して料金を請求する。

4	国連アジア太平洋経済社会委員会 (UNESCAP) Closing the Loop	ASEAN の都市から海へ流出するプラスチックごみの流出をモニタリングするためのデジタルツール	FIELDNAUT というユーザーの位置情報、写真、テキストを記録するスマートフォンアプリ、360 度カメラと GDSS (GIS Data Sharing System) というシステムを用いて海洋プラスチックに関する収集したデータを地図上にマッピングさせるツール。ダナン市を始めとする ASEAN 各国の都市で現地の大学や地域コミュニティに協力を要請し、スマホアプリで定量的なプラスチックごみの排出場所および排出量を推定し、市民参加型の現地調査協力体制を構築した。
5	非政府組織 GreenHub	プラスチック汚染を削減するためのプラットフォーム	プラスチック汚染を削減するためのデータ、ツール、ベスト プラクティスへのアクセスを提供する。また、地方自治体、企業、市民社会組織などの利害関係者組織を結び付け、プラスチック汚染が人間の健康に及ぼす悪影響に関する一般の人々との協力とコミュニケーションを強化する。

		弊社サービスとの関連性		
		ごみ拾い促進プラットフォーム「ピリカ」	ごみ分布調査サービス「タカノメ」	マイクロプラスチック調査サービス・コンサルティング事業
競合事例	1	ダナン工科大学学生グループ		○
	2	自然科学大学、ベトナム国立大学ハノイ校、国立リモートセンシング局、ベトナム測地地図科学研究所	○	
	3	mGreen	○	
	4	国連アジア太平洋経済社会委員会 (UNESCAP) Closing the Loop	○	
	5	非政府組織 GreenHub		○

図 1 競合事例と弊社サービスとの関連性

上記競合事例について、弊社が実際に利用したことはなく、また利用者からヒアリングする機会を設けているわけではない。ただし、本調査においてターゲット顧客等にヒアリングする過程で、上記に記載していないデジタル技術を活用した調査ツールに関し、ボランティアが利用するにあたり入力項目が多く使いづらいといった声が複数聞かれたため、使いやすいツールであることはサービス採用にあたり一つの重要な指標となると考えられる。その点、陸域のごみ分布調査サービス「タカノメ自動車版」には、4.にて後述するように、車両にスマートフォンを搭載するだけで簡単に陸域のごみ分布調査が行えるという手軽さが1つの特徴となっている。また、日本において実

際に導入されている事例が多い（16 の企業や自治体に導入された実績がある）という点も優位に働くと期待される。

3. ターゲット顧客・ニーズ

（1）ターゲット顧客

本調査結果を踏まえ、ベトナム国においてのターゲット顧客は、次に掲げる 4 者があると考えている。

- ① 公共の廃棄物管理会社（ダナン市廃棄物管理公社、ホーチミン都市環境公社等）
- ② 自治体（ダナン市、ホーチミン市の廃棄物管理部局等）
- ③ 大学・ドナー等の研究機関
- ④ 民間会社（事業を通じて車両を用いる会社）

（2）ターゲット顧客のニーズ（顧客の直面している問題）

各顧客のニーズやそれに対して提供できるサービス内容は表 2 の通り。

表 2 各顧客のニーズおよび提供内容

顧客名	ニーズ（課題）	提供内容
① 公共の廃棄物管理会社	- 自治体の廃棄物管理部局より家庭ごみの収集や路上の清掃を委託されており、効率的にごみの収集や清掃を実施したい - ポイ捨てや不法投棄多発エリアを特定したい	- タカノメ調査の端末 - 対象地域における散乱ごみ分布図 - 清掃・地域美化対策等の効果測定結果の共有
② 自治体	- 路上清掃後、街がきれいになっているか調査したい、清掃状況について定期的なモニタリングをしたい - 地域の清掃予算や人的資源を最適化したい - 各地区における清掃頻度を決定したい	- 対象地域における散乱ごみ分布図 - 清掃・地域美化対策等の効果測定結果の共有
③ 大学・ドナー等の研究機関	- 海洋プラスチックの調査・研究プロジェクトとして陸域から発生するごみの流出源や流出量を把握したい - データや技術を活用して効率的にごみの分布状況を把握したい	- タカノメ調査の端末 - 対象地域における散乱ごみ分布図 - 各地区のごみの発生量、ホットスポット情報などの分析結果
④ 民間会社	- 個々の事業活動の発展を通じた環境問題解決への貢献 - 社会的価値の向上を目的とした広告・宣伝 - 顧客・従業員の満足度向上	- タカノメ調査の端末 - PR サポート、PR の効果測定 - 自治体等との協働促進（データ提供等による関係性強化）

- ① 公共の廃棄物管理会社（ダナン市廃棄物管理公社、ホーチミン都市環境公社等）

本調査における各顧客やステークホルダーとの打合せおよび端末提供による試験調査の結果、弊社サービスにより最も顧客のニーズを満たすことが

可能な顧客は、公共の廃棄物管理会社だと考える。

例として、ダナン市廃棄物管理公社は、ダナン市の廃棄物管理部局より家庭ごみの収集だけでなく街中の路上の清掃も委託されている。どの地域に重点的に清掃をすべきか、該当地区の清掃頻度をどのようにすべきか、雇用した清掃者が十分に責務を果たしているか等の検討材料として、端末を貸出し、タカノメの調査データを提供できることが可能である。

② 自治体（ダナン市、ホーチミン市の廃棄物管理部局等）

行政の繁忙さ等により直接的に端末を貸出して調査を実施する可能性は低いが、弊社や調査機関等に委託して自前で調査を実施し、得られたデータや効果測定の結果を共有する等して、清掃予算や人的資源の最適化に活かしていただくことは可能だと考える。

③ 大学・ドナー等の研究機関

海洋プラスチックに関する政府やドナーの各種プロジェクトを請け負っており、プロジェクトの中で陸域から発生するごみの流出源や流出量を把握したいというニーズがあれば、調査端末を貸し出して、各地域のごみの分布状況を共有することが可能である。また、ベトナム国の研究者の中では DX サービスや AI 技術によるプラスチックごみの検知等にも関心が高いため、効率的にごみの分布状況を収集したい時に弊社のサービスが活用される可能性もある。

④ 民間会社（事業を通じて車両を用いる会社）

要請があればデータの収集等に協力いただける企業は多かったが、当初想定していたよりも、環境問題解決に関する事業や CSR 活動を積極的に行いたいというニーズは、まだそれほど高くないことがわかった。調査に協力した企業の大部分は、本業の事業発展に直接的に貢献できる活動に注力したいという意見が多く、自社ブランディングや社会的価値の向上、従業員等の満足度向上という目線で導入する可能性は現時点では低い。したがって優先順位は低くなるが、④民間会社においては、自治体や政府等からの要望があった時に、無償で調査に協力いただける関係性を今後も築くことが有益であると考ええる。

4. 製品・サービス概要

本調査を踏まえ、弊社が提案可能な技術・サービスの中では、ごみ分布調査サービス「タカノメ自動車版」が最もベトナム国におけるニーズ（海洋プラスチックのモニタリングや調査等への需要）に合致すると考えられる。

タカノメは、地域の不法投棄やごみの散乱状況を可視化するサービスであり、車両搭載スマホと AI による画像解析により、分析結果を散乱ごみ分布図として提供する。分析データを公共の廃棄物管理会社や自治体等に提供することで、清掃予算配分の最適化、ごみの流出対策の効果検証、ごみが深刻な

地域への清掃者の誘導等に役立てることが可能である。図 2 にタカノメシステムを通じた関連するステークホルダーないしはカネ・データの流れを記載した。図にも記載の通り、案件の規模によってはプロジェクトを通して現地のごみ問題に精通している大学や専門家へのコンサルティング委託を検討できる。

なお、調査当初や初回訪問時は、各顧客のニーズに応じて、弊社の他サービスであるごみ回収・地域美化を促進するプラットフォーム「ピリカ」、水系のマイクロプラスチック調査サービス「アルバトロス」、廃棄物管理政策評価・分析・EPR 対策支援等を含む「コンサルティング」サービスを提供することを検討していたが、ベトナム国においては 3 回の現地調査を通じて最も顧客ニーズがあった「タカノメ自動車版」を優先的に今後事業展開していくことを考えている。また、EPR 対策については、本調査の過程でヒアリングを繰り返したが、制度の詳細がまだ公表されておらず、現時点において顧客のアクションが具体化されておらず、ニーズが不明というケースが多いと感じられた。

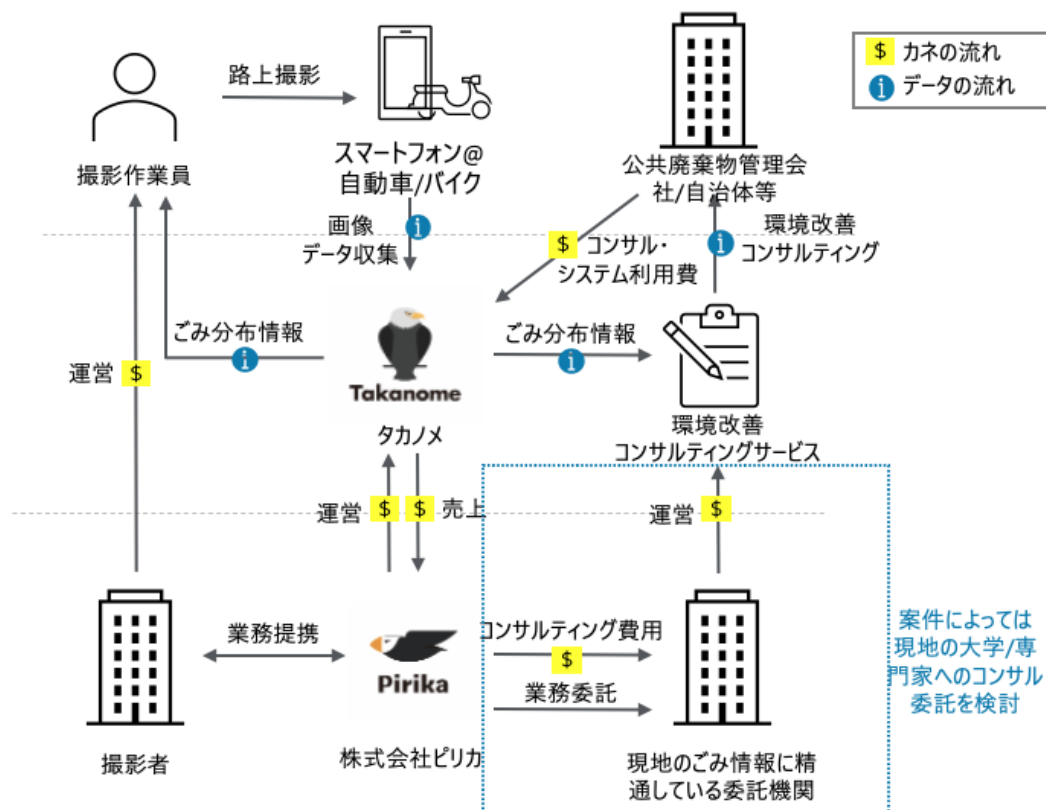


図 2 タカノメのビジネススキーム

5. フィージビリティ（技術／運営／規制等の実現可能性）

（1）技術・価格の現地適合性

① タカノメ自動車版の現地適合性

タカノメ自動車版は、車両に搭載したスマートフォンで路上の状況を撮影し、その画像をAIで分析してごみ分布図を作るサービスである。本調査を通じて、ベトナム国における適合可能な路上散乱ごみの手法を探り、地域比較・時系列比較が可能な調査データの取得や今後の施策を検討することができた。

本サービスの現地適合性について、ア)撮影方法、イ)調査結果、ウ)データの活用可能性という3点から述べる。

ア) 撮影方法について

ベトナム国では通常日本で実施している自動車での撮影のみではなく、現地住民の生活の基盤ともなっているバイクでの撮影も実施した。まず、自動車についてはどの顧客の車両に対しても前面のダッシュボード上にスマホを設置して撮影するという設置面の課題は難なくクリアできた。スマホホルダーも両面テープで接着するタイプや、メーター部分にクリップとして挟むタイプ等いくつかのホルダーを用意し、顧客の車両に応じて適用することができた。一方で、バイクでの撮影については撮影方法について主に3つの選択肢があったが、それぞれのタイプで問題点があった。

1つ目の選択肢は、図3の通り、バイクのメーターやミラー付近への設置である。専用のホルダーを現地で購入するなどして設置自体は問題なくでき、撮影角度等の調整も容易であった。しかし、撮影結果を確認するとバイクの振動やブレにより路上がうまく撮影できていない写真が多くあり、ブレを原因としたごみの誤認識も確認された。



図3 バイクのメーターやミラー付近に設置して撮影する様子

2つ目の選択肢は、ボディハーネスを活用した撮影者の体へのスマホの取り付けである。撮影者によっては撮影角度の調整が難しく、手元やバイクの機体が映って路上がうまく撮影されない問題があった。また、運転しながら撮影するため適切に撮影できているか、撮影角度は問題ないか等

を随時確認できない、撮影の配達やカバンなど他の荷物の運搬が難しいといった課題があった。



図 4 ボディハーネスを活用して撮影する様子

3つ目の選択肢は、ヘルメットへの固定による撮影である。この選択肢は他の2つと比べて撮影角度調整やブレの問題がなく広範囲に安定的な撮影ができるなど、最も良好な結果が得られた。但し、ヘルメットの顎部分に固定して撮影する特性上、あご紐タイプのヘルメットでは使用不可のため、専用のフルフェイス用のヘルメットとセットで用意しなければならない。撮影に協力した配達事業を実施している企業では、自社で用意しているヘルメットと交換ができないため、他2つの選択肢をとらざるを得なかった。



図 5 ヘルメットの顎部分に固定して撮影する様子

以上の通り、バイクでの撮影では、様々な状況や協力企業の要望に応じて柔軟に機材を用意し、設置方法や撮影について注意すべき点等を伝達しなければならなかった。一方で、バイクでの撮影は自動車での撮影よりも、広い視野で撮影できる、自動車が通れない細道や狭い道など通れる、歩道に集積しているごみも検知できる等の利点があった。自動車について

では、撮影できる範囲が限られることがあり、ごみが集積しやすい歩道を取り込めない等の課題もある。今後は、自動車からでも歩道を含むより広範囲を撮影できるように 360 度カメラや複数のカメラの設置、撮影角度の変更などの工夫が必要である。

イ) 調査結果について

ホーチミン市では 3 社、ダナン市では 4 社 1 大学に調査に協力いただき広範囲な路上のごみ分布データを得ることができた。(図 6、図 7) 収集した画像を AI 解析し、ごみ分布を地図上に可視化した様子をタカノメの管理画面で確認できる。管理画面では、撮影した企業毎の結果を参照したり、撮影した日付や期間を特定したり、分布されたメッシュサイズを表示を 125m、250m、500m、1km、10km で変更することができる。例えば、参照したい地区のごみ分布状況も、図 8 のように、地区に限定して拡大してごみのホットスポットを見つけることもできる。

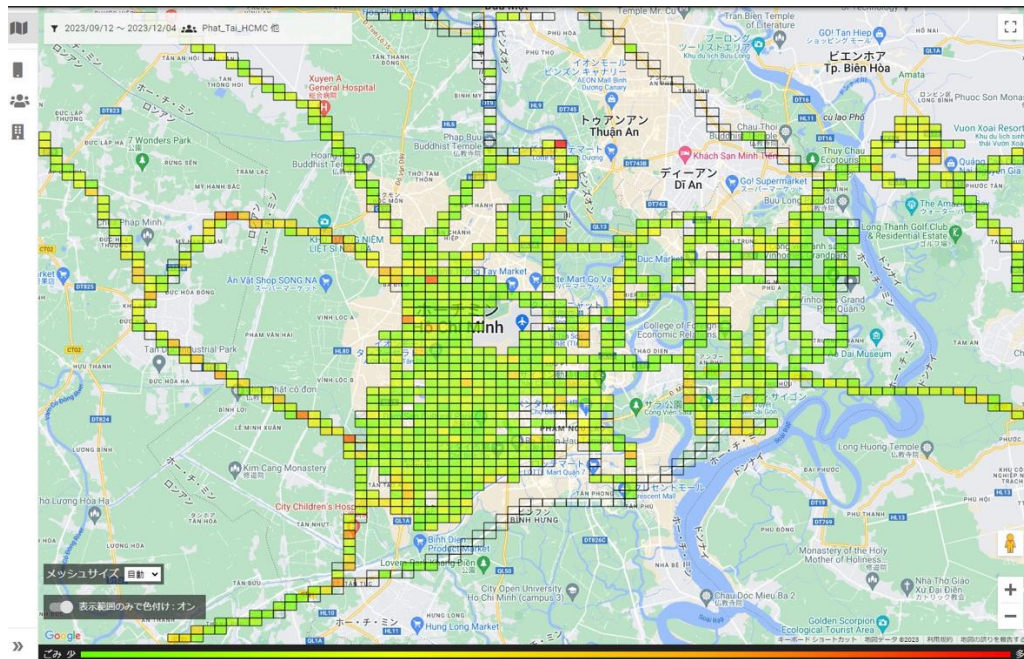
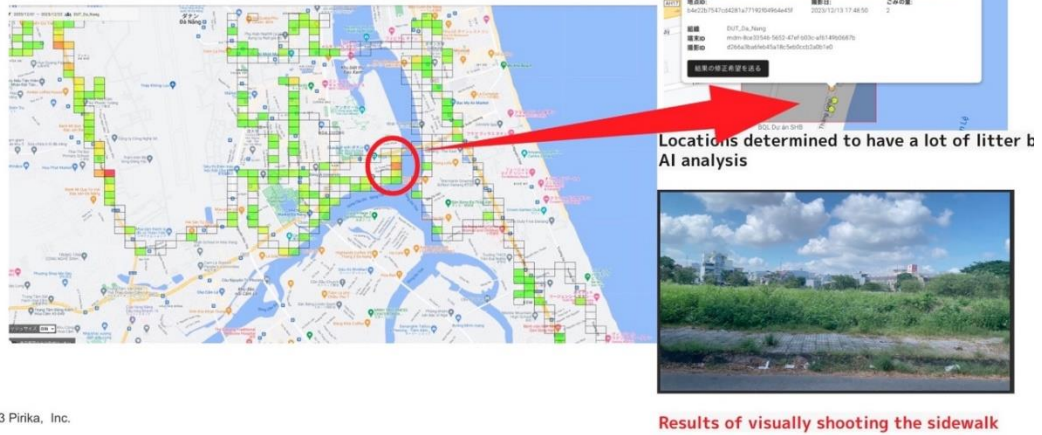


図 6 ホーチミン市での路上ごみ分布結果

Detailed litter distribution map - 3



©2023 Pirika, Inc.

図 8 該当地区（No.3 の地区）の範囲のみ拡大して
ごみのホットスポット場所を検知する様子

撮影された画像については、前述したようにバイク等の撮影で振動や撮影角度の問題や夜間による撮影を除くと、図 9 のように十分に AI で解析しうる画像を収集することができた。



図 9 タカノメで撮影された画像や AI によるごみ検知の結果

ウ) データの活用可能性について
得られた結果をどのように現地に適合するかについては顧客のニーズ

に応じて柔軟に対応できるようにしたい。ベトナムでは企業の PR 目的で本サービスを導入いただくケースは低いと考える。まずは、自治体や公共の廃棄物管理会社・研究機関がデータをどのように活用するのかという点に主眼を置きシステムやデータ抽出の方法の改善を行うべきである。例えば、該当地区のごみ分布を数量で示す、道路毎にごみの蓄積密度を示す、時系列でごみの変遷を見るなどは、今後も求められると考えるため、より精緻なデータの抽出ができるように改善していきたい。

② 価格の適合性

各都市の公共の廃棄物管理会社や自治体との商談を踏まえ、ベトナム国における事業年度や予算要求の時期、自治体予算のボーダーが明らかになった。

まず、ベトナム国の事業年度は 1～12 月であり、ダナン市においては次年度予算を検討する時期は 1～3 月の時期であるという。例えば 2025 年 1 月～12 月の予算は 2024 年 1～3 月に検討・決定することとなっている。但し、ホーチミン市では概ね半年前、6 月までには予算を決定するという説明も受けており、予算決定の時期は都市や組織によって異なる可能性がある。

自治体の予算については、競争入札等の実施が不要とされる金額以下であれば案件として通りやすく、全国どこでも同じやり方であるという説明をうけている。一方で、公営企業として承認されやすい予算は企業によって異なるということであり、例えば一定金額以上になると当該公営企業を所管する市の許可を得る必要があり、申請するにあたっての工程や手間が増えるといった事象が確認された。

上記のヒアリング結果に基づき、当社として顧客に受け入れられやすいと考えた価格とサービス内容を検討し、第 3 回目の渡航においてダナン市廃棄物管理公社へ次年度以降の導入にあたってのサービスプランを実際に示した。提示した価格は導入の障壁とならなかったが、サービスの利点や効果についての理解、ダナン市廃棄物管理部局の承認、投資委員会（株主総会）の説得等、その他の部分が障壁となって契約には至っていない。サービス価格に対する利用効果の提示、ステークホルダーの理解・承認等のステップを踏み再度提案する必要がある。特にタカノメ導入にあたっての経済的メリットをより詳細に提示する必要がある、各公社の廃棄物処理サービスの価格設定（回収サービス単価、輸送サービス単価、車両の燃料価格、清掃員の給与、一般管理費等）の形態を調べた上で導入によってどれだけ経費を削減できるのかを示すことも重要である。

（2）市場性

ここでは本調査にて訪問したハノイ市、ホーチミン市、及びダナン市における市場としての特徴を述べる。

① 全般

ハノイ市、ホーチミン市、及びダナン市に共通して、先進的な AI 技術等の活用には積極的であり、デジタル技術を売り込む市場は大きい。一方で、紹介者がいない場合には初回のアポイントの取得が難しく、ひいては事業やサービスの提案をする機会を得ることが難しいというハードルがあった。以下では各市の異なるニーズや特徴について記載する。

② ハノイ市

首都ハノイ市は、ベトナム国における政治・行政の中核都市であり、省庁や外交代表機関、国際組織の所在地でもあるため、対外活動を展開する上では最も重要な都市である。

弊社もハノイ市への渡航時に JICA 専門家等の紹介により MONRE の PCD (Pollution Control Department)、EPR 部局、VISI といった省庁機関や、UNDP 等のドナー、現地で清掃活動や環境教育を展開する KVC (Keep Vietnam Clean) といった団体とプラスチックごみのモニタリングやごみのデータ収集・清掃活動等についての意見交換をした。MONRE からは、廃棄物管理における AI やスマートフォン等のデジタル技術の取り入れについては国でも積極的に推進や、技術のサポートを行いたいという意見を得たほか、技術を展開するにあたってのアプローチ先（ハノイ市都市環境公社等）の情報共有を得た。

公的機関・国際機関による顧客候補の紹介や支援はあるものの、当社が訪問した限りではハノイ市において公営企業や民間の産業廃棄物処理会社に調査の協力や導入いただくには障壁があった。理由としては、既に GPS 等による別のモニタリングのシステムを使用しているため、複数のシステム導入が難しく余力がない、ドライバーが調査機器を管理したり、壊したりした場合の補償ができないということだった。他にも他市と比べて政治的権威が働きやすく、リーダーがよく代わることが影響して意思決定のスピードが遅い（トップダウンで決定を下しづらい）状況であることも要因として考えられる。このような結果から、本調査におけるハノイ市での短期的な導入提案は取りやめ、別都市を優先することにした。

③ ホーチミン市

ホーチミン市は、ベトナム経済の中心地であり、ベトナム最大の商業都市である。他市と比べて、競争意識が強く、廃棄物の収集・処理業界においても競争がさかんである。例えば、ハノイ市やダナン市では家庭ごみの収集については大部分が 1 つの公営企業が担っているが、ホーチミン市では、21 区・1 市の収集運搬は競争入札で決まり、区毎に収集する公営企業が異なる。ホーチミン市では廃棄物の収集、輸送、処理に関するサービス料金が区ごとに定められており、廃棄物処理業者は定められた価格内での提案を行っているものと推察される。したがって、タカノメの導入により、

より効率的にごみを収集・清掃することができれば、回収や輸送に伴うサービス単価の価格を下げる事が可能であり、企業にとって入札が有利に働く可能性がある。

実際にホーチミン市では3社よりタカノメの調査協力を得ている中、うち1社は公営企業であり、競争入札に有利に働くという点でも関心を示しており、市内の他の公営企業においても同様に適合性が高いと考える。

④ ダナン市

ダナン市は、ハノイ市、ホーチミン市に次ぐ中央直轄市の1つであり、中部の主要な社会経済地域で、国際的な観光都市・環境先進都市でもある。環境保全を基本的な重要政策として掲げており、環境分野に配慮した都市開発を進める一方で、IT産業、観光、教育、医療等の発展も著しい。

ハノイ市やホーチミン市と比較すると、大気汚染や水質汚染、交通渋滞等がまだ深刻ではないが、一方で廃棄物分野においてはごみの排出量の増加により最終処分場が逼迫してきており、分別・リサイクルの推進を通じたごみ排出量の削減が喫緊の課題となっている。ごみの排出量を削減するという観点では、どの地点にごみが多く排出されるのか、発生源を特定するという指標も重要であるため、弊社のタカノメサービスがダナン市のごみに関する施策に適合する可能性は高い。

ダナン市では、横浜市との都市間連携による技術の移転や都市開発、日系企業等の誘致も盛んであり、様々な分野でビジネスマッチングを行っている。弊社もダナン市での展開を考えるにあたって、横浜市（YUSA）が主催するダナン市とのビジネスマッチングセミナーに参加し、サービスの紹介をした。横浜市と連携している組織の中には、ダナン青年会議所（YBA）、ダナン市投資促進支援委員会（IPA）といった組織があり、セミナーを通してIPAのキーマンと対話する機会をもった。8月の訪問時にはIPA主催のセミナーにてダナン市でのタカノメ調査展開にあたって複数の企業を紹介された。

ダナン市では弊社パートナー会社であるオオスミベトナム社の協力もあり、結果的には4社1大学から調査協力が得られた。その背景には、ダナン市が環境改善およびIT産業発展への積極的な投資や開発を臨んでいたことが影響していると考え、今後もダナン市における市場の適合性は高いと考え、ダナン市、公営企業、大学等に向けての積極的なサービス提案を行う。

（3）法規制・その他障壁

① 法規制について

ベトナム国においてタカノメ調査を行うにあたり、法規制が一つのネックになる可能性があるかと懸念し、事前に調査を実施した。

懸念していたのは、大きく次の2点である。

- ア) ベトナム国において、路上を走る四輪車やバイクにスマホ（タカノメ機材）を取り付け、路上を撮影し、それをもとに作成したごみ分布図を顧客に提供することに対し、何らかの許認可が必要になるのではないかという点
- イ) スマホで路上の状況を撮影する際に、通行人や対向車線のドライバーの顔画像等も撮影してしまうことから、2023 年 7 月 1 日に施行された個人データ保護に関する政令等の個人情報保護法制に基づき、何らかの規制を受けるのではないかという点

上記 2 点に関し、現地の法律事務所へ法制度調査を再委託し、対応を検討した。

② その他障壁について

タカノメ調査を行うにあたり、法制度上は問題がなかったとしても、秘密情報保護やスマホで撮影を行っていることに対する懸念により、調査ができない場合や障害となったケースがあった。

具体的には、2023 年 8 月訪問時に、タカノメ調査への協力に合意頂いていた民間の産業廃棄物会社（以降、A 社と表記）より、後日撮影はできないという連絡を受けたケースがある。A 社がタカノメ機材を用いた撮影ができない理由は、A 社が車両を用いて顧客先の産業廃棄物を運搬する事業を行っているところ、顧客先からカメラ（タカノメ機材）の車両への取り付けを断られたこと、及びタカノメ機材を車両に搭載し撮影しながら運転することで A 社の運搬ルートが第三者に判明してしまうことへの懸念であった。

また、別のケースとして、タカノメ調査に協力したバイク等で配達事業を実施する会社からは、バイクの運転者がデリバリーを行う過程でボディハーネスを用いてタカノメ機材を取り付けているが、届け先において何のために撮影をしているのかという指摘を複数回受けたというフィードバックを受けている。

本サービスではスマートフォンのカメラによる撮影を実施しているが、顧客に撮影を実施頂く場合には、顧客の事業の影響がない範囲で、路上のごみデータを取得することに限定して撮影いただくなどの呼びかけや配慮が重要である。また、路上以外を撮影する場合は撮影できないように顧客に呼びかけ、もしくはシステム上仕掛けをするなどの対策も講じる必要がある。

上記に加え、現状タカノメの撮影には弊社が準備したスマートフォンが用いられているが、そのスマートフォンを破損や紛失等した場合の責任を懸念する意見も聞かれた。それに対しては、例えば清掃車に搭載されたカメラやドライブレコーダーにより撮影されたデータを用いて弊社が解析を実施したり、又はタカノメ調査に協力してくださる企業のスマートフォンにタカノメ調査用のアプリをダウンロードして利用頂くことで対応するこ

とができるのではないかと考えている。

その他の障壁として、特に初回渡航の商談時には言語の壁を感じることもあった。通訳を介して、当社が伝えたことが十分かつ正確に伝わっていないケースや、先方に質問の背景や意図をしっかりと説明しないと誤解を招かれるケースがあった。ベトナム国では顧客と英語で意思疎通ができないケースが多く、通訳を介して話す内容を基に商談が進むため、通訳者に事前に事業や提案したいサービス内容を説明し十分に理解しているか確認する等の準備が必要である。

6. 将来的なビジネス展開、ロードマップ

(1) 事業規模のイメージ

タカノメ自動車版のベトナム国での今後の展開を考えるにあたって、以下のように短期（1～3年）、中期（3～5年）、長期（5～10年）で切り分けて事業規模のイメージを設定する。

① 短期的な展開

本年度調査の結果に基づきターゲットとなる地域および顧客を絞って次年度以降の展開を進めていく。

対象地域については、第1.5(2)でも示した市場の特徴に基づき、ダナン市やホーチミン市への展開に絞る。顧客については、優先順位の高い公共の廃棄物管理会社や自治体へ展開していく。弊社としては、数年後に現地法人を設立して事業を展開することは現状検討していないため、引き続き現地のパートナー企業等に依頼しながら、顧客候補となる公的企業・自治体へのアプローチを実施したい。一方で、対面での商談が必須な場合や目視によるごみの分布調査や現地でのコンサルティングが必要不可欠と判断した場合には、弊社が渡航し対応することも検討していく。

具体的には、2023年のニーズ調査において各市で取得したデータを活用した提案や、サービスの有用性を顧客に説き、複数の案件化形成（例：2～3件/年間）を目指したい。その間、対象地域における路上ごみの分布状況や汚染されている地域に関するデータの収集が進むため、既存の顧客に対して新たな施策の提案を行う、他地域との比較実証のための展開を検討する、といったことができる。

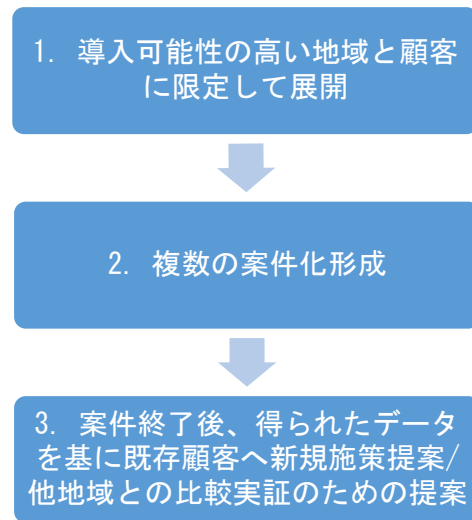


図 10 短期的な事業展開

② 中期的な展開

対象地域において、タカノメ自動車版を活用した調査案件を 2～3 年かけて実施した後に、ベトナム全土を対象にして調査範囲を広げていく。短期的には年間 2～3 件、中期的には年間 10 件程度の受注を見込む。

調査件数が増加していくことで、調査データを収集する企業・自治体が全国的に増え、ベトナム全土のごみ分布状況を把握することができるようになる。ごみ散乱状況の都市部と地方部の差異が明確になり、各地域や国のごみ流出対策に関する政策立案に活かすことが可能である。また、MONRE や VISI 等の省庁にデータや調査手法を共有し、ベトナム国の散乱ごみモニタリング手法の標準ツールとして位置づけられるような仕組みも構築する。

③ 長期的な展開

タカノメ自動車版がベトナム国全体で、散乱ごみモニタリングの標準ツールとして導入されると、各地域の清掃員が効率的にごみを収集することができるようになり、ごみの回収に関する様々な施策の効果が可視化、改善される。結果的にベトナム国において陸域、水域の両方に流出するごみが減ることが期待できる。ベトナム国でのごみの流出に関する改善実績を基に、他の東南アジア諸国やアフリカ諸国等への展開も行う。

(2) 進出形態・実施体制のイメージ

進出形態および実施体制についても、短期、中期、長期でそれぞれ異なる。

① 短期的な展開

短期的な展開では、弊社はベトナム国での現地法人立ち上げは想定していない。そのため、パートナー企業を介した顧客候補獲得やアポイント取得を行い、顧客との契約を目指す。調査機材の貸出や通訳・資料翻訳等の現地対応はパートナー企業へ委託する。ここでいうパートナー企業とは、現地の環境問題やごみ問題等に精通している調査会社や大学、研究機関等を指している。契約は弊社と顧客との直接契約とし、契約内容によって現地調査の必要性があれば渡航してパートナー企業と密にプロジェクト管理ができる体制を構築したい。

このような実施体制を2～3年続け、複数の案件(公共の廃棄物管理会社、自治体、研究機関等からの委託)を受託できるようになった後は中期的な展開へ移行する。

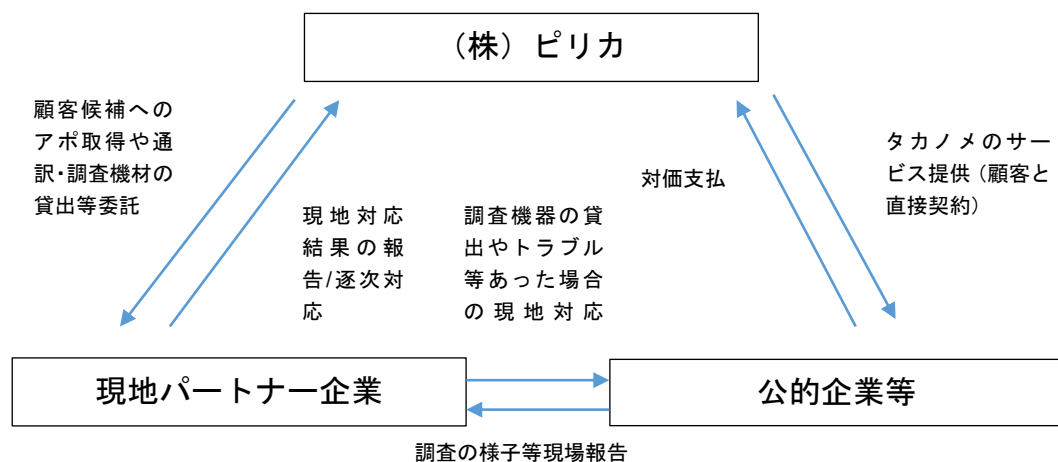


図 11 短期的な展開時の実施体制イメージ

② 中期的な展開

中期的な展開においては、ベトナム国における自治体や企業、研究機関等の幅広いステークホルダーより発注者として路上ごみ調査やモニタリングに関する業務を発注いただき、弊社として現地法人を立ち上げて業務を遂行していくことを想定している。短期的な展開で想定していた現地パートナー企業等の介入をなくし、東京本社の(株)ピリカと連携しながら、現地スタッフの雇用や営業、アポイントの取得、調査機器の管理等は現地法人にて実施して業務を遂行する。

発注者より路上ごみ調査に関する依頼があった場合、現地法人は該当地区での調査範囲を確認した後に、現地の撮影企業等に協力を依頼し端末を貸し出して調査を実施する。撮影企業は端末を受け取り、該当地区における調査を実施し、結果のフィードバックを行う。得られたデータを基に、

発注者へ路上ごみ分布解析結果やごみのホットスポット情報、対策の効果測定結果を共有し、地域のごみ問題改善に還元する。

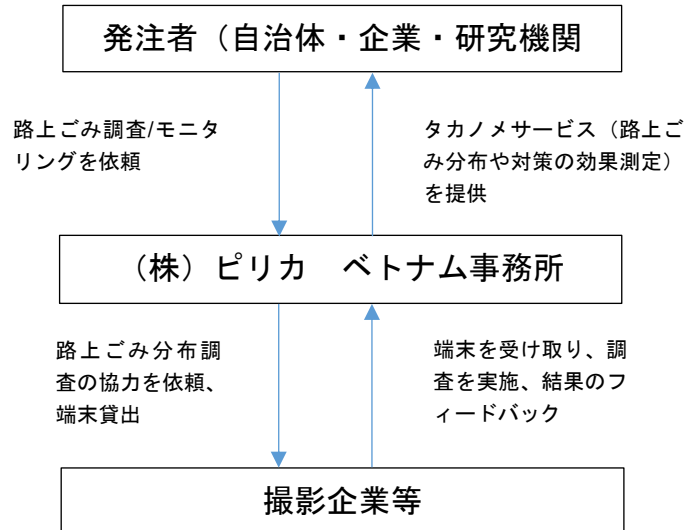


図 12 中期的な展開時の実施体制イメージ

③ 長期的な展開

ベトナム全土を対象にした調査体制の構築の次は、他の東南アジア諸国やアフリカ諸国等への展開を目指す。その場合は現地法人の立ち上げや、端末の貸出・提供等を実施せずに、全世界の顧客がタカノメのアプリをダウンロードして調査が実施できる体制を構築する。

顧客には自前で用意したスマートフォン等にタカノメアプリをダウンロードいただき、顧客自身もしくは顧客のパートナー企業等にごみの調査を実施いただくようにする。調査を実施した後はリアルタイムでごみの分布状況がわかるシステムを Web サイトやアプリ内に構築し、世界中のごみの分布状況が一覧で即座にわかるようにしたい。また、その頃には全世界で調査ユーザーが増えている可能性もあるため、場合によってはその分析結果やレポート、データを活用したコンサルティング等も有償で提供する。したがって、全世界のごみ分布状況についてはオープンデータでユーザーが無償でアクセス・閲覧できるようにする一方で、有償プランとして全世界・各都市の自治体および企業を対象とし、顧客が管轄する該当地区により精緻なごみ分布データ（ホットスポット情報）や運用レポート等を契約内容として提供することを検討されたい。

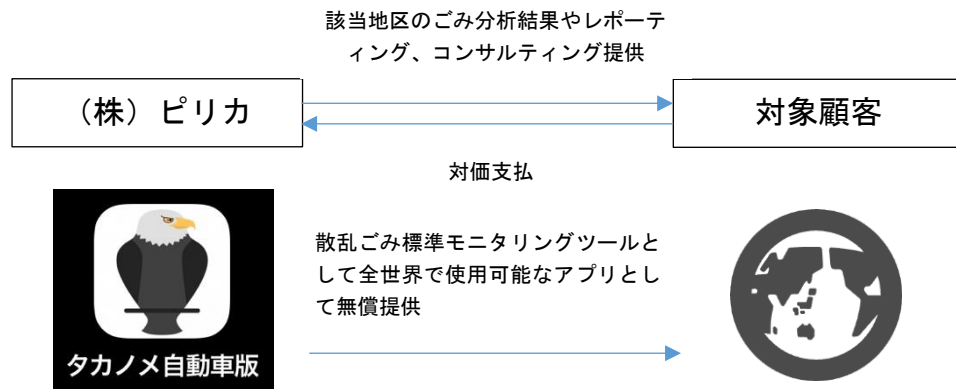


図 13 長期的な展開時の実施体制イメージ

(3) 事業化に向けたスケジュール

(1) および (2) に記載の事業規模、実施体制についてそれぞれ短期～長期までの内容を表 3 に記す。スケジュールについては、2024 年から 2034 年までの約 10 年間を想定している。

表 3 事業化に向けたスケジュール

	短期			中期			長期				
	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
製品展開	収集データを基に新規施策の提案/他地域との比較実証によるタカノメの有用性を立証			ベトナム国の散乱ごみモニタリング手法の標準ツールとしての仕組み構築・提供			- ベトナム国における海洋プラごみ対策の支援 - リアルタイムで確認できる路上ごみ調査の標準アプリ・システムの無償提供 - レポートィング、データを活用したコンサルティング等の有償提供				
事業規模	- ダナン市、ホーチミン市を中心に廃棄物管理の公的企業を中心に年間 2～3 社より案件を受注 - 既存顧客への追加提案による継続受注 - 他地域への拡大のための新規顧客アプローチ等			ベトナム全土を対象にした案件拡大、年間 10 件の案件受注			他国を含めた世界中での路上散乱ごみ調査/対策の拡大				

実施体制	・ 現地パートナー企業の支援を得ながら、公的企業等と直接契約	・ 現地法人を立ち上げ、発注者と直接契約。撮影企業等への協力依頼も現地法人が実施	・ 全世界で展開するため、端末貸出や現地法人立ち上げをなくし、アプリやシステム、付随するレポートングやコンサルティング提供を通して、全世界の顧客と直接契約
------	--	--	---

(4) 事業化の条件・課題・リスク

① 短期的な展開

短期的な展開では、1 社目の顧客を獲得できるかが重要である。廃棄物管理の公的企業を中心にサービスを提案していくことになるが、路上のごみを AI により正確かつコストをかけずに検知できることや、歩道やごみが蓄積しやすい場所にて十分に検知できていることをサービスの効果として示し、路上ごみや清掃活動のモニタリングとして十分な費用対効果があると納得頂くことが必須条件である。タカノメの撮影方法、調査結果、データの活用可能性について精度高く、顧客のニーズや現地に適合したサービスを目指し、1～3 年を目処に改良を重ねる。

短期的にはパートナー企業を介しての現地サービス提案を行うため、直接弊社にて営業活動や現地顧客のヒアリングが実施できないことが課題となる。また、十分な顧客を獲得するまでは収支がマイナスとなるため、どれだけ営業に時間や工数をかけるかは議論の余地がある。

② 中期的な展開

中期的な展開では、ベトナム全土を対象にタカノメやその他のコンサルティングサービスについて、年間 10 件以上の受注見込みを条件に、現地法人の立ち上げを検討する。ベトナム国の政府機関や自治体にタカノメのサービスが路上ごみのモニタリング手法の標準ツールであると認識してもらうことも展開の必須条件である。

③ 長期的な展開

長期的な展開では、ベトナムを含めた全世界での展開を見据え、まず各国で路上ごみ調査の標準ツールとしてタカノメアプリが認識され、世界中のユーザーがスマートフォン等で調査アプリをダウンロードし、調査できる状態となっていることを目指す。

顧客やユーザーが自前のスマートフォンでアプリをダウンロードし調査できるようなシステム改善・構築や、インセンティブ設計、アプリ上で路上ごみ分布状況の確認ができるシステム開発が必要となる。また、アプリの利用にあたっては、顧客が簡単に利用できるように、わかりやすいユーザーインターフェースの開発やマニュアルの整備が必要である。一方で、地域によっては、ステークホルダーに利用方法などを丁寧に伝授する必要

がある場合もあり、案件によっては現地に赴くことも検討したい。

第2. ロジックモデル

事業目標：

調査データ（科学的根拠）に基づき、効果的なごみの流出対策が進む

事業目標に基づき設定した裨益者は表 4 の通り。各裨益者への裨益内容や、事業に直接もしくは間接的に影響を受けるのか、どの程度の裨益となるかを下表に示した。

表 4 本事業の裨益者

裨益者名	裨益内容	裨益の種類	裨益の大きさ
自治体の廃棄物管理局や廃棄物管理の公営企業（組織）	清掃・美化予算配分の際の根拠となるデータを取得できる。啓発や清掃者の雇用等施策の効果を測定できる。地域ボランティアを有効に活用できる。	直接	++
廃棄物管理管轄省庁（組織）	科学的なデータに基づき政策・戦略を策定できる。政府が策定する海洋汚染モニタリングガイドライン等に適用できる。	間接	++
海洋プラスチック汚染を研究する現地の大学・研究機関（組織）	安価で広範囲かつ高頻度・同一精度の科学的データを取得できる。	直接	++
途上国の環境問題を解決したいドナー（組織）	科学的なデータを活用し効果的な政策・戦略を策定できる。	間接	+
在越企業（組織）	タカノメ自動車版を導入することで、地域の環境問題解決に貢献できる。自社製品の流出リスクを知ることで、企業として取りうるべき対応策（EPR 対策）を知れる。	直接	++
清掃活動参加者（個人・組織）	清掃すべき場所を知れる。活動による効果を測定できる。	直接	+
対象エリアの住民（個人）	きれいな町に住むことができる。	間接	++
Waste pickers（個人・組織）	有価物となるごみを効率よく回収することができる	直接	+

前述の調査結果等を踏まえ、本調査で策定したロジックモデルは以下のとおりである。

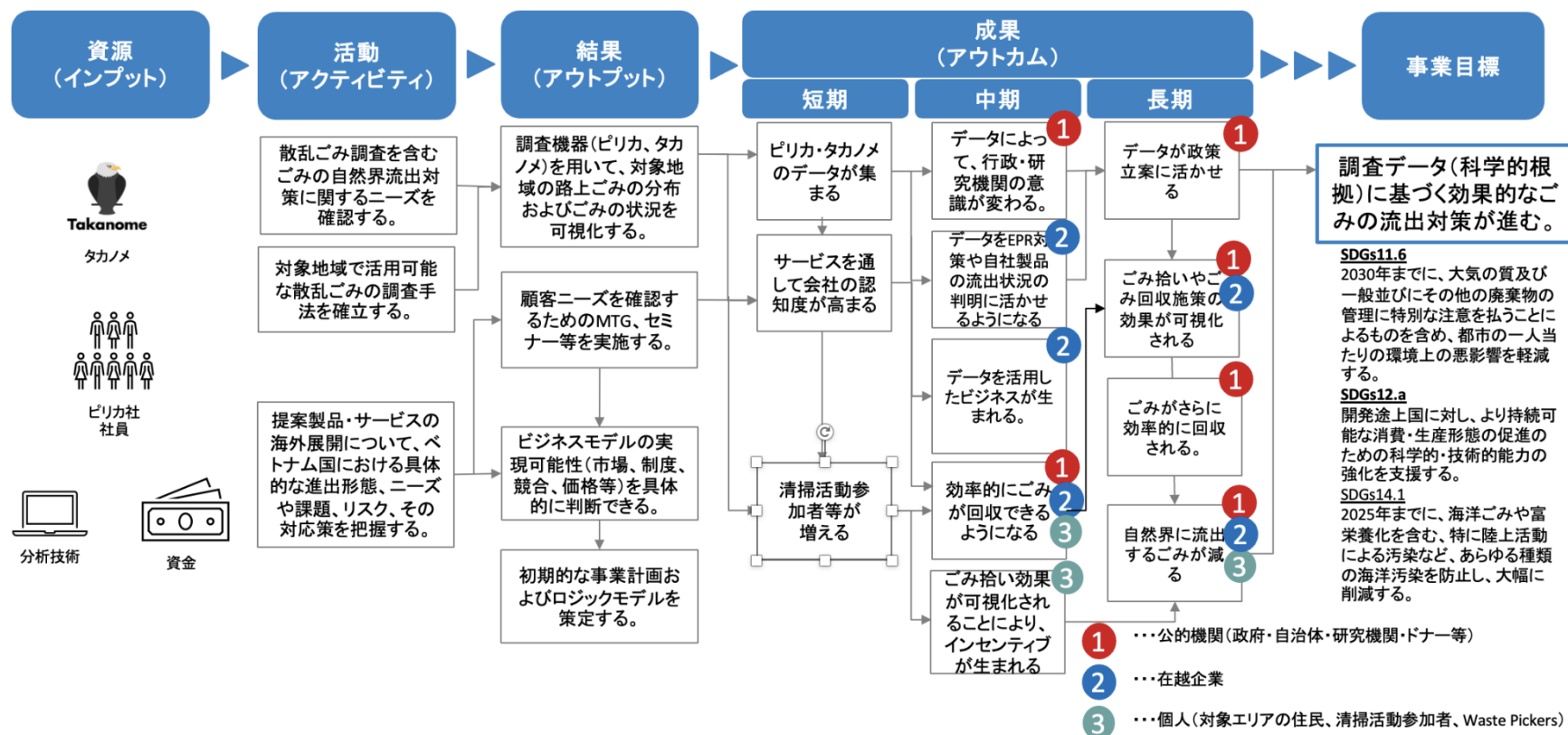


図 14 ロジックモデルの策定結果